



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 09 872 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
H 01 M 8/04

⑳ Aktenzeichen: 101 09 872.3
㉔ Anmeldetag: 1. 3. 2001
㉕ Offenlegungstag: 13. 9. 2001

DE 101 09 872 A 1

③① Unionspriorität:
2000-055482 01. 03. 2000 JP

⑦① Anmelder:
Nissan Motor Co., Ltd., Yokohama, Kanagawa, JP

⑦④ Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,
80538 München

⑦② Erfinder:
Kobayashi, Katsuya, Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Brennstoffzellensystem und Verfahren

⑤⑦ Brennstoffzellensystem, das mit einer Sekundärbatterie, die elektrischen Strom einer Außenlast zuführt, und einer Brennstoffzelle versehen ist, die elektrischen Strom zumindest der Sekundärbatterie zuführt, wobei das Brennstoffzellensystem derart gesteuert wird, dass durch Berechnen einer Aufladezulässigkeitsgröße CG der Sekundärbatterie und durch Berechnen einer Überschussgröße an elektrischer Energie, die von einem Überschuss an Brennstoffgas erzeugt werden kann, das in dem Brennstoffzellensystem erzeugt wird, wenn der Betrieb der Brennstoffzelle angehalten wird, die Aufladezulässigkeitsgröße CG in der Sekundärbatterie gleich der oder größer als die Überschussgröße an elektrischer Energie ist.

DE 101 09 872 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem und ein Verfahren, und insbesondere ein Brennstoffzellensystem, in dem überschüssiges Wasserstoffgas gesteuert werden kann, und ein Verfahren zur Steuerung des Brennstoffzellensystems.

Ein Brennstoffzellensystem ist eine Vorrichtung, in der die Energie einer chemischen Reaktion, die unter Verwendung von Brennstoff hervorgerufen wird, unmittelbar in elektrische Energie umgewandelt wird.

Insbesondere umfasst ein Brennstoffzellensystem ein Paar Elektroden (eine ist eine Anode und die andere eine Kathode), die durch eine Elektrolytmembran getrennt sind, die dazwischen angeordnet ist. In dem System wird wasserstoffreiches Gas der Anode (Brennstoffpol) zugeführt, während ein Sauerstoff enthaltendes Gas, wie Luft, der Kathode (oxidierender Pol) zugeführt wird, um elektrisch Energie durch die elektrochemischen Reaktionen zu erzeugen, die auf den Oberflächen der zwei Elektroden auf ihren dem Elektrolyt gegenüberstehenden Seiten auftreten. Die entsprechenden elektrochemischen Reaktionen sind, wie folgt:

Anodenreaktion: $\text{H}_2 \rightarrow + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

Kathodenreaktion: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- + (1/2)\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

In einem solchen System kann ein Reformer, der ermöglicht, dass Methanol unter Verwendung von Wasserdampf reagiert, um ein Brennstoffgas zu erzeugen, das eine große Wasserstoffmenge enthält, verwendet werden, um wasserstoffreiches Gas als den elektromotorischen Brennstoff zu erzeugen.

Ein Verdichter, der Luft von irgendeiner Außenquelle aufnimmt und die Luft verdichtet, kann verwendet werden, oxidierendes Gas zu erzeugen, das Sauerstoff enthält.

Die Druckluft von dem Verdichter wird beispielsweise einem Nachkühler, wo die Luft abgekühlt wird, und dann der Kathode der Brennstoffzelle zugeführt, während Methanolgas von einem Brennstofftank dem Reformer zugeführt wird, wo das Methanolgas in wasserstoffreiches Gas umgewandelt wird, das an der Anode der Brennstoffzelle zugeführt wird.

Die Kraftfahrzeuganwendungen eines solchen Brennstoffzellensystems sind in Betracht gezogen worden, da ein solches System gegenüber einer Sekundärbatterie für elektrische Kraftfahrzeuganwendungen im Hinblick auf eine Standardfahrstrecke, die ein Fahrzeug fahren kann, auf Servicebedingungen für eine Brennstoffinfrastruktur, usw. von Vorteil ist.

Es ist ferner überlegt worden, dass eine Brennstoffzelle sowie eine Sekundärbatterie in ein Elektrofahrzeug eingebaut werden, so dass die elektrische Stromquelle zwischen ihnen in Abhängigkeit von den Fahrbedingungen umgeschaltet werden kann, wodurch eine wirksame Versorgung mit elektrischem Strom ermöglicht wird.

Die japanische Offenlegungsschrift Nr. H8-182208 offenbart eine Ausbildung, bei der eine Brennstoffzelle als eine Hilfsstromversorgung zum Aufladen der Sekundärbatterie verwendet wird.

Die japanische, geprüfte Patentanmeldung Nr. H1-39069 und die japanische Offenlegungsschriften Nr. H6-174808 und H8-182208 offenbaren Verfahren zum Erfassen des Restkapazitätspegels in einer Sekundärbatterie.

Zusammenfassung der Erfindung

Der gegenwärtige Erfinder hat jedoch herausgefunden,

dass, wenn der Betrieb eines Brennstoffzellensystems angehalten wird, Wasserstoffgas, das in dem Durchgang vorhanden ist, der sich von dem Reformer zu dem Brennstoffzellenstapel in dem System erstreckt, häufig als Überschussgas zurückbleibt. Eine fortlaufende Zufuhr solchen überschüssigen Wasserstoffgases in einer nichtreagierten Form zu dem Brenner kann manchmal eine übermäßige Zufuhr von Wasserstoffgas ergeben, d. h., die dem Brenner zugeführte Wassermenge überschreitet die zur Verfügung stehende Kapazität des Brenners.

Es ist möglich, solches überschüssiges Wasserstoffgas zu verwenden, elektrischen Strom zu erzeugen, der zum Aufladen einer Sekundärbatterie verwendet wird. In einem solchen Fall tritt jedoch die gleiche Situation ebenfalls auf, insbesondere wenn die gegenwärtige Sekundärbatterie, der der erzeugte, elektrische Strom zugeführt wird, bereits in einem voll geladenen Zustand ist, wenn die Ladekapazität nicht berücksichtigt wird.

Alternativ kann eine Brennstoffzelle als eine Hilfsbatterie zum Aufladen einer Sekundärbatterie verwendet werden. Auch in diesem Fall kann die gleiche Situation auftreten, dass die gegenwärtige Sekundärbatterie, der der elektrische Strom von der Brennstoffzelle zugeführt wird, bereits in einem voll aufgeladenen Zustand ist, wenn die Ladekapazität nicht berücksichtigt wird.

Im Hinblick auf die obigen Untersuchungen ist die vorliegende Erfindung entwickelt worden und schafft ein Brennstoffzellensystem, das die Überschussmenge an Wasserstoffgas innerhalb eines richtigen Bereichs steuern kann, sowie ein Verfahren zur Steuerung des Brennstoffzellensystems.

Ein Brennstoffzellensystem nach der vorliegenden Erfindung ist versehen mit einer Sekundärbatterie, die elektrischen Strom einer Außenlast zuführt, und einer Brennstoffzelle, die elektrischen Strom zumindest der Sekundärbatterie zuführt, einer Berechnungseinrichtung für eine Aufladezulässigkeitsgröße CG der Sekundärbatterie, einer Berechnungseinrichtung für elektrische Überschussenergie zur Berechnung einer Überschussgröße der elektrischen Energie, die von einem Überschussbrennstoffgas erzeugt werden kann, das in dem Brennstoffzellensystem erzeugt wird, wenn der Betrieb der Brennstoffzelle angehalten wird, und einer Steuerungsvorrichtung zur Steuerung der Aufladezulässigkeitsgröße CG in der Sekundärbatterie, die durch die Berechnungseinrichtung für die Aufladezulässigkeitsgröße CG derart bestimmt wird, dass sie gleich der oder größer als die Überschussgröße der elektrischen Energie ist, die durch die Berechnungseinrichtung für die elektrische Überschussenergie bestimmt wird.

Mit anderen Worten ist ein Brennstoffzellensystem der vorliegenden Erfindung versehen mit einer Sekundärbatterie, die elektrischen Strom einer Außenlast zuführt, und einer Brennstoffzelle, die elektrischen Strom zumindest der Sekundärbatterie zuführt, einer Einrichtung zur Berechnung einer Aufladezulässigkeitsgröße CG der Sekundärbatterie, einer Einrichtung zur Berechnung einer Überschussgröße an elektrischer Energie, die von einem Überschussbrennstoffgas erzeugt werden kann, das in dem Brennstoffzellensystem erzeugt wird, wenn der Betrieb der Brennstoffzelle angehalten wird, und einer Einrichtung zur Steuerung der Aufladezulässigkeitsgröße CG in der Sekundärbatterie, damit sie gleich der oder größer als die Überschussgröße an elektrischer Energie ist.

Übrigens wird ein Verfahren zur Steuerung eines Brennstoffzellensystems nach der vorliegenden Erfindung auf ein Brennstoffzellensystem angewendet, das eine Sekundärbatterie, die elektrischen Strom an eine äußere Last liefert, und eine Brennstoffzelle aufweist, die elektrischen Strom zu-

mindest der Sekundärbatterie liefert. Ein solches Verfahren zur Steuerung eines Brennstoffzellensystems berechnet eine Aufladezulässigkeitsgröße CG der Sekundärbatterie, berechnet eine Überschussgröße an elektrischer Energie, die von einem Überschussbrennstoffgas erzeugt werden kann, das in dem Brennstoffzellensystem erzeugt wird, wenn der Betrieb der Brennstoffzelle angehalten wird, und steuert die Aufladezulässigkeitsgröße CG in der Sekundärbatterie, damit sie gleich der oder größer als die Überschussgröße an elektrischer Energie ist.

Andere und weitere Merkmale, Vorteile und Vorzüge der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung klarer, wenn sie in Verbindung mit den folgenden Zeichnungen gelesen wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das ein Brennstoffzellensystem entsprechend einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

Fig. 2 ist ein Flussdiagramm, das ein Steuerverfahren zum Anhalten des Betriebs des Brennstoffzellensystems entsprechend der Ausführungsform zeigt.

Fig. 3 ist ein Flussdiagramm, das ein Steuerverfahren zum Starten und zum erneuten Starten des Betriebs des Brennstoffzellensystems entsprechend der Ausführungsform zeigt.

Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

Nachfolgend werden ein Brennstoffzellensystem entsprechend einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und ein Verfahren zur Steuerung des Brennstoffzellensystems ausführlich unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

Wie es in Fig. 1 gezeigt ist, ist das Brennstoffzellensystem 100 entsprechend der vorliegenden Ausführungsform in einem Elektrofahrzeug EV eingebaut.

Eine Brennstoffzelle (Brennstoffzellenstapel) 31 lädt eine Sekundärbatterie 21 über einen elektrischen Stromregler 61 und treibt unmittelbar oder mittelbar einen Motor 11 des Elektrofahrzeugs EV über den elektrischen Stromregler 61 in dem Kraftstoffzellensystem 100 an. Die Räder W sind mit dem Motor 11 verbunden.

Der elektrische Stromregler 61 führt elektrischen Strom von der Batterie 21 dem Motor 11 zu, oder leitet elektrischen Strom von dem Brennstoffzellenstapel 31 ab, um die Batterie 21 aufzuladen, oder führt elektrischen Strom von dem Brennstoffzellenstapel 31 unmittelbar dem Motor 11 zu.

In dem Brennstoffzellenstapel 31 wird wasserstoffreiches Gas seinem Brennstoffpol (-) zugeführt, während Luft von einem Verdichter 33 seinem oxidierenden Pol (+) zugeführt wird, damit elektrochemische Reaktionen in Gegenwart eines Katalysators hervorgerufen werden, wodurch elektrischer Strom erzeugt wird.

Überschussmengen an Wasserstoffgas und Luft, die dem Brennstoff- bzw. dem oxidierenden Pol des Brennstoffzellenstapels 31 zugeführt werden, können zu einem Brenner 332 weitergeleitet werden.

Wasserstoffreiches Gas, das dem Brennstoffpol des Brennstoffzellenstapels 31 zugeführt werden soll, wird durch einen Reformer 333 erzeugt.

Ein Reformersystem 33, das den Reformer 333 und den Brenner 332 umfasst, umfasst des Weiteren einen Brennstofftank 334, der eine flüssige Brennstoffmischung (Reformermaterial) aus Methanol und einem Überschuss an Wasser und eine Entfernungseinrichtung 335 für Kohlenstoff-

monoxid umfasst.

Dem Reformer 333 werden das Reformermaterial von dem Brennstofftank 334 über eine Pumpe 336 und Luft als Oxidiermittel von dem Verdichter 331 zugeführt. In dem Reformer 333 wird verdampftes Reformermaterial durch eine Reformierreaktion in der Gegenwart eines Katalysators reformiert, um Spaltgas zu erzeugen, das Wasserstoff enthält.

Die Entfernungseinrichtung 335 für Kohlenstoffmonoxid ist stromabwärts des Reformers 333 angeordnet und erhält Luft von dem Verdichter 331, um selektiv Kohlenstoffmonoxid zu oxidieren, das in dem Spaltgas enthalten ist, wodurch die Konzentration an Kohlenstoffmonoxid in dem Brennstoffzellenstapel 31 verringert wird. Wasserstoffreiches Gas (Spaltgas), das wie oben beschrieben erhalten wird, wird dann dem Brennstoffpol des Brennstoffzellenstapels 31 zugeführt.

Der Brenner 332 erhält Überschussmengen an Spaltgas und Luft von dem Brennstoffzellenstapel 31 und verbrennt sie in Gegenwart eines Verbrennungskatalysators, damit Verbrennungsenergie erzeugt wird, die dann dem Reformer 333 zugeführt wird, wodurch eine Behandlung des Auspuffgases durchgeführt und die Reformierreaktion gefördert wird.

Temperaturfühler T1, T2, T3 und T4 sind jeweils in dem Reformer 333, an einem Auslassrohr, das mit dem Reformer 333 verbunden ist, in der Entfernungseinrichtung 335 für Kohlenstoffmonoxid und an einem Auslassrohr angeordnet, dass mit der Entfernungseinrichtung 335 für Kohlenstoffmonoxid verbunden ist. Von diesen Temperaturfühlern erzeugte Signale werden zu der elektrischen Stromsteuervorrichtung 32 und zu einer Reformiersteuerung 34 übertragen.

Ein Druckfühler P1 ist an einer Auslassöffnung des Brennstoffpols des Brennstoffzellenstapels 31 angeordnet. Ein von dem P1 erzeugtes Signal wird zu der elektrischen Stromsteuervorrichtung 32 übertragen.

Die elektrische Stromsteuervorrichtung 32 hat eine Batterieüberwachungseinrichtung (Berechnungseinrichtung für einen Aufladezulässigkeitswert) 41 und eine Berechnungseinrichtung 42 für übermäßigen, elektrischen Strom.

Die Batterieüberwachungseinrichtung 41 der elektrischen Stromsteuervorrichtung 32 berechnet und überwacht einen Aufladezulässigkeitswert CG der Batterie 21. Der Aufladezulässigkeitswert CG der Batterie 21 stellt die Menge an elektrischer Ladung dar, die in der Batterie 21, die gegenwärtig irgendeine Restkapazität aufweist, gespeichert werden kann, bis die Batterie 21 einen aufgeladenen Zustand erreicht, der eine vorbestimmte Bezugskapazität darstellt. Mit anderen Worten kann der Aufladezulässigkeitswert CG der Batterie 21 bestimmt werden durch Berechnen der maximalen Ausgangsleistung, die von der Batterie 21 erhalten werden kann, auf der Grundlage eines Entladungsstroms und der Klemmenspannung der Batterie 21, durch Berechnen der Restkapazität der Batterie aus der maximalen Ausgangsleistung, indem eine durch Versuch erhaltene Korrelationsfunktion verwendet wird, die die Beziehung zwischen der maximalen Ausgangsleistung und der Batteriekapazität darstellt, die vorhergehend bestimmt worden ist, und durch Bestimmen der Differenz zwischen der Bezugskapazität und der Restkapazität. Natürlich kann dieses Berechnungsverfahren nicht als ausschließlich angesehen werden. Beispielsweise kann die Aufladezulässigkeitsgröße CG auch bestimmt werden, indem die Restkapazität der Batterie verwendet wird, die erhalten werden kann durch: seriell Berechnen der Beziehung zwischen der maximalen Ausgangsstromdichte und der elektrischen Entladungsstromgröße der Batterie 21 auf der Grundlage der Klemmenspan-

nung und des Entladestroms der Batterie 21; Annehmen einer Beziehung zwischen einer zukünftigen maximalen Ausgangsstromdichte und der elektrischen Entladungsstromgröße auf der Grundlage der berechneten Beziehung zwischen der maximalen Ausgangsstromdichte und der elektrischen Entladungsstromgröße der Batterie 21, wobei ein Regressionsverfahren der ersten oder einer höheren Ordnung verwendet wird; und Subtrahieren der gegenwärtigen elektrischen Entladungsstromgröße von der elektrischen Entladungsstromgröße zu einer Zeit, wenn die Kennlinie, die die Beziehung zwischen der angenommenen maximalen Ausgangsstromdichte und der elektrischen Entladungsstromgröße die maximale Ausgangsstromdichte bei Entladungsbeendigung schneidet.

Die Berechnungseinrichtung 42 für elektrischen Überschussstrom der elektrischen Stromsteuervorrichtung 32 berechnet den elektrischen Überschussenergiewert F, der in dem Brennstoffzellensystem 100 erzeugt wird, wobei die folgende Gleichung verwendet wird:

$$F = (Q - q) \cdot E \cdot \beta / \gamma$$

worin F den elektrischen Überschussenergiewert (kJ) darstellt, Q eine Wasserstoffmenge darstellt, die in dem Brennstoffzellensystem (mol) erzeugt werden kann, q eine Wasserstoffmenge (mol) darstellt, die in einem Brenner 332 verarbeitet werden kann, E einen unteren Heizwert von Wasserstoff (kJ/mol) darstellt, β den Stapelwirkungsgrad der Brennstoffzelle 31 darstellt und γ ein Wasserstoffüberschussverhältnis ($\geq 1,0$) in dem Brennstoffzellenstapel 31 darstellt.

Die Wasserstoffmenge q, die in dem Brenner 332 verarbeitet werden kann, ist eine Konstante, die entsprechend der Spezifizierung des verwendeten Brenners 332 bestimmt werden kann. Der untere Heizwert E von Wasserstoff ist auch eine Konstante. Der Stapelwirkungsgrad β und das Wasserstoffüberschussverhältnis γ können unter Verwendung von z. B. einer Abbildung bestimmt werden.

Die Wasserstoffmenge Q kann durch die Wasserstoffmenge dargestellt werden, die erzeugt werden kann, wenn der Betrieb der Brennstoffzelle 31 angehalten wird. Entsprechend kann der Wert Q durch die folgende Gleichung berechnet werden:

$$Q = V_x \cdot \alpha \cdot P \cdot 273 / (T + 273) / 22,4$$

worin V_x (Liter) das Gesamtvolumen des in dem Reformer, den Rohren und dem Wasserstoffpol des Brennstoffzellenstapels vorhandenen Gases darstellt; α ein durchschnittliches Anteilsverhältnis des in dem reformierten Gas enthaltenen Wasserstoff darstellt; P (kg/cm² G) einen Druck in dem Wasserstoffpol des Brennstoffzellenstapels 31 darstellt, der auf der Grundlage eines Erfassungswerts erhalten wird, der durch den Druckfühler P1 erzeugt wird; und T (°C) eine Durchschnittstemperatur des Spaltgases darstellt, die unter Verwendung von Erfassungswerten berechnet wird, die durch die Temperaturfühler T1 bis T4 erzeugt werden, wie es verlangt wird.

Zusammengefasst kann die Wasserstoffmenge Q bestimmt werden, indem der Druck P in dem Wasserstoffpol und eine Durchschnittstemperatur T des reformierten Gases in dem Brennstoffzellenstapel erfasst wird, da das Gasvolumen V_x und das durchschnittliche Anteilsverhältnis α des Wasserstoffs in dem Spaltgas Konstanten sind, die aus der Spezifizierung des verwendeten Reformers bestimmt werden können.

Die Reformersteuervorrichtung 34 arbeitet in Zusammenarbeit mit der elektrischen Stromsteuervor-

richtung 32, um die Menge an wasserstoffreichem Gas zu steuern, die erzeugt und dem Brennstoffzellenstapel 31 in Antwort auf ein Befehlssignal LS zugeführt werden soll, das einer Außenlast entspricht, wie Beschleunigungsvorgang.

Nachfolgend wird die Arbeitsweise des Brennstoffzellensystems 100 entsprechend der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

Bezugnehmend auf Fig. 2 ist ein Flussdiagramm vorgesehen, das ein Steuerungsverfahren zum Anhalten des Betriebs des Brennstoffzellensystems 100 zeigt.

Wie es in Fig. 2 gezeigt ist, hält, wenn die elektrische Stromsteuervorrichtung 32 einen Stopbefehl IS1 im Schritt S1 erhält, diese die Stromversorgung von dem elektrischen Stromregler 61 zu dem Motor 11 im Schritt S2 an.

Ferner hält die Reformersteuervorrichtung 34 die Zufuhr von Reformermaterial zu dem Reformer 333 im Schritt S3 an.

Zu diesem Zeitpunkt bleibt Wasserstoffgas in dem Durchgang, der sich von dem Reformer 333 zu dem Brennstoffzellenstapel 31 erstreckt. Es ist möglich, das verbleibende Wasserstoffgas zu verwenden, um elektrische Energie zu erzeugen, während der Betrieb des Brennstoffzellenstapels 31 fortlaufend gestapelt wird. Der erzeugte elektrische Strom kann geeigneterweise zum Aufladen der Batterie 21 verwendet werden, wenn das Elektrofahrzeug EV nicht fährt, d. h. die Bewegung des Motors 11 angehalten ist.

Entsprechend der vorliegenden Ausführungsform steuert die elektrische Stromsteuervorrichtung 32 die Stromversorgung von der Batterie 21 zu dem Motor 11 über den elektrischen Stromregler 61 vorwärts, wenn z. B. das Elektrofahrzeug fährt, indem der Aufladezulässigkeitswert CG der Batterie 21 bei der Batterieüberwachungseinrichtung 41 der elektrischen Stromsteuervorrichtung 32 berechnet wird, eine überschüssige elektrische Stromgröße F, die durch eine Überschussmenge an Wasserstoffgas erzeugt wird, bei der Berechnungseinrichtung 42 für elektrischen Überschussstrom berechnet wird, und der Aufladezulässigkeitswert CG in der Batterie 21 gleich der oder höher als die Energie F während z. B. der Fahrt des Elektrofahrzeugs gehalten wird.

Wenn die elektrische Stromsteuervorrichtung 32 im Schritt S4 bestimmt, dass die Überschussmenge an Wasserstoffgas Q die Wasserstoffmenge q überschreitet, die in dem Brenner 332 verarbeitet werden kann, dann wird der elektrische Überschussstrom, der von der Überschussmenge an Wasserstoffgas erzeugt wird, in der Batterie 21 über den elektrischen Stromregler 61 im Schritt S6 gespeichert.

Wenn die elektrische Stromsteuervorrichtung 32 im Schritt S7 bestimmt, dass das Laden der Batterie 21 noch nicht abgeschlossen ist, dann kehrt das Verfahren zu dem Schritt S6 zurück, um das Ladeverfahren der Batterie 21 zu wiederholen.

Wenn andererseits die elektrische Stromsteuervorrichtung 32 im Schritt S7 bestimmt, dass das Laden der Batterie 21 abgeschlossen worden ist, dann wird der Betriebsvorgang des Brennstoffzellensystems 100 im Schritt S8 angehalten. Entsprechend der vorliegenden Ausführungsform wird bestimmt, dass das Laden der Batterie 21 abgeschlossen ist, wenn der Aufladezulässigkeitswert CG der Batterie im Wesentlichen gleich Null ist. Dieser Wert schließt andere nicht aus und irgendein anderer geeigneter Wert kann verwendet werden.

Andererseits wird, wenn die elektrische Stromerzeugungsvorrichtung 32 im Schritt S5 bestimmt, dass die Überschussmenge Q an Wasserstoff gleich oder kleiner als die Wasserstoffmenge Q ist, die in dem Brenner 332 verarbeitet werden kann, dann geht das Verfahren zu dem Schritt S5, in dem die Stromerzeugung in dem Brennstoffzellenstapel 31

angehalten wird und die Überschussmenge an Wasserstoffgas dem Brenner 332 zugeführt wird, statt die elektrische Überschussenergie in der Batterie 21 zu speichern. Als nächstes wird dieses Verfahren zum Betrieb des Brennstoffzellensystems 100 im Schritt S8 angehalten.

Nachfolgend wird ein Steuerungsverfahren zum Starten und erneuten Starten des Betriebs des Brennstoffzellensystems 100 unter Bezugnahme auf Fig. 3 beschrieben.

Als erstes führt, wenn die elektrische Stromsteuerungsvorrichtung 32 ein Befehlssignal IS2 zum Starten oder Wiederstarten im Schritt S11 erhält, diese elektrische Strom von der Batterie 21 dem Motor 11 über den elektrischen Stromregler im Schritt S12 zu.

Die Reformersteuerungsvorrichtung 34 aktiviert oder reaktiviert den Reformer 333, indem Reformermaterial dem Reformer 333 im Schritt S13 zugeführt wird. Der Schritt S14 bestimmt, ob der Reformer 333 ausreichend aktiviert oder reaktiviert ist. Wenn nicht, kehrt das Verfahren dann zu dem Schritt S13 zurück, um das Verfahren zum Aktivieren des Reformers 333 zu wiederholen, bis der Reformer 333 ausreichend aktiviert oder reaktiviert ist.

Wenn der Reformer 333 ausreichend aktiviert oder reaktiviert ist, wird die Arbeitsweise des Reformers 333 im Schritt S15 gestartet, und dann wird das reformierte Gas dem Brennstoffzellenstapel 31 zugeführt, der somit die Stromerzeugung beginnt.

Im Schritt S17 berechnet die elektrische Stromsteuerungsvorrichtung 32 den Aufladezulässigkeitswert CG der Batterie 21 und überwacht ihn, während die elektrische Stromquelle des Motors zwischen der Batterie 21 und dem Brennstoffzellenstapel 31 umgeschaltet wird.

Als nächstes geht das Verfahren dann, wenn die elektrische Stromsteuerungsvorrichtung 32 bestimmt, dass der Aufladezulässigkeitswert CG der Batterie 21 die elektrische Überschussenergiemenge F überschreitet, die einer Menge an Wasserstoffgas entspricht, die durch Subtrahieren der Wasserstoffmenge q, die in dem Brenner 332 verarbeitet werden kann, von der erzeugten Wasserstoffmenge Q erhalten wird, die im Schritt S18 erzeugt wurde (was bedeutet, dass es möglich ist, die Batterie 21 zu laden) zu dem Schritt S20, wo die Reformersteuerungsvorrichtung 34 einen fortlaufenden Betrieb des Reformers 333 unter den gleichen Bedingungen erlaubt, wodurch die Ausgabe von dem Brennstoffzellenstapel 21 beibehalten wird.

Wenn andererseits die elektrische Stromsteuerungsvorrichtung 32 im Schritt S18 bestimmt, dass der Aufladezulässigkeitswert CG der Batterie 21 gleich der oder kleiner als die elektrische Überschussenergiegröße F ist, die einer Menge an Wasserstoffgas entspricht, die erhalten wird, indem die Wasserstoffmenge q, die in dem Brenner 332 verarbeitet werden kann, von der Überschussmenge Q des erzeugten Wasserstoffs subtrahiert wird, regelt die Reformersteuerungsvorrichtung 34 dann die Ausgabe von dem Reformer 333 derart, dass die Erzeugung von Wasserstoffgas in dem Reformer 333 verringert werden kann, weil eine Überschussmenge an Wasserstoffgas erzeugt wird, nachdem der Betrieb angehalten ist. Als ein Ergebnis wird die Ausgabe von dem Brennstoffzellenstapel 31 verringert. Als nächstes kehrt das Verfahren zu dem Schritt S17 zurück.

Insbesondere beschränkt die Reformersteuerungsvorrichtung 34 im Schritt S19 die Erzeugung von Wasserstoffgas, das dem Brennstoffzellenstapel 31 zugeführt werden soll, wenn der Aufladezulässigkeitswert CG der Batterie 21 gleich der oder größer als die elektrische Überschussstrommenge F ist und wenn die Zunahmerate der Ausgabelast des Brennstoffzellensystems 100 in Bezug auf den Motor 11, der einer Außenlast entspricht, größer als Null ist (d. h., wenn die Betriebslast des Elektrofahrzeugs EV von niedrig

auf hoch geändert wird). Das heißt, als nächstes kehrt das Verfahren zu dem Schritt S17 zurück, wo die elektrische Stromsteuerungsvorrichtung 32 elektrischen Strom vorzugsweise von der Batterie 21 über den elektrischen Stromregler 61 dem Motor 11 zuführt. Die Stromversorgung von der Batterie 21 wird wahrscheinlich abnehmen, insbesondere, wenn Wasserstoffgas in Antwort darauf dem Brennstoffzellenstapel 31 zugeführt wird, da der in dem Brennstoffzellenstapel 31 erzeugte elektrische Strom unmittelbar verwendet werden kann. In einem solchen Fall kann eine Batterie häufig einen zu kleinen Aufladezulässigkeitswert CG aufweisen, um einen ausreichenden Raum für eine elektrische Überschussenergiemenge F bereitzustellen. Um dies zu vermeiden, wird elektrischer Strom vorzugsweise von der Batterie 21 dem Motor 11 (einer Außenlast) zugeführt, während die Erzeugung von Wasserstoffgas beschränkt wird, so dass der elektrische Strom wirksam verbraucht werden kann und der elektrische Strom, der durch die Überschussmenge an Wasserstoffgas erzeugt wird, wirksam in der Batterie 21 gespeichert werden kann.

Wie oben beschrieben, werden, indem der Aufladezulässigkeitswert in der Sekundärbatterie berechnet und überwacht wird, während ein elektrischer Überschussstrom berechnet wird, der durch ein Überschussbrennstoffgas erzeugt werden kann, das erzeugt wird, wenn die Arbeitsweise der Brennstoffzelle angehalten wird, sowohl die Sekundärbatterie als auch die Brennstoffzelle derart gesteuert, dass der Aufladezulässigkeitswert gleich dem oder größer als der elektrische Überschussstrom ist, und die elektrische Energie, die durch ein Überschussbrennstoffgas erzeugt wird, das erzeugt wird, wenn die Arbeitsweise der Brennstoffzelle angehalten wird, kann in der Sekundärbatterie entsprechend der vorliegenden Ausführungsform gespeichert werden. Auf diese Weise kann der elektrische Strom wirksam verbraucht werden und eine Verbrennung von überschüssigem Brennstoffgas in dem Brenner kann wirksam verhindert werden.

Des Weiteren wird die Ausgabe von einem Brennstoffgasgenerator, wie einem Reformer, mit dem Aufladezulässigkeitswert in der Sekundärbatterie während des Fahrbetriebs verglichen, und wenn die Ausgabe, die auf eine Außenlast angewendet wird, wie eine Betriebslast, von niedrig auf hoch geändert wird, wird die Erzeugung von Brennstoffgas beschränkt, während elektrischer Strom vorzugsweise von der Sekundärbatterie der Außenlast zugeführt wird. Deshalb kann der elektrische Strom, der durch die Überschussmenge an Brennstoffgas erzeugt wird, sicher in der Sekundärbatterie gespeichert werden, selbst wenn die Arbeitsweise der Brennstoffzelle mit einer reagierenden Reaktivierung von Brennstoffgas angehalten wird, wodurch ein wirksamer Verbrauch der elektrischen Energie ermöglicht und eine Verbrennung des Überschussbrennstoffgases verhindert wird.

Des Weiteren kann die Sekundärbatterie nur geladen werden, wenn die Überschussmenge an Wasserstoff eine Menge überschreitet, die in dem Brenner verbrannt werden kann, wodurch es möglich ist, die Brennstoffversorgung in Abhängigkeit von der gegenwärtigen Fahrbedingung zu steuern.

Der gesamte Inhalt der Patentanmeldung Nr. TOKUGAN 2000-55482 mit Einreichungsdatum von 1. März 2000 in Japan ist hier durch Verweis auf sie eingegliedert.

Ogleich die Erfindung oben unter Bezugnahme auf eine gewisse Ausführungsform der Erfindung beschrieben worden ist, ist die Erfindung nicht auf die oben beschriebene Ausführungsform begrenzt. Abänderungen und Veränderungen der Ausführungsform, die oben beschrieben ist, ergeben sich für den Durchschnittsfachmann auf dem Gebiet im Licht der Lehre. Der Erfindungsbereich ist unter Bezug-

nahme auf die folgenden Ansprüche definiert.

Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem, das eine Sekundärbatterie (21), die elektrischen Strom einer Außenlast (11) zu-
führt, und eine Brennstoffzelle (31) umfasst, die elek-
trischen Strom zumindest der Sekundärbatterie (21) zu-
führt, **gekennzeichnet durch**
eine Berechnungseinrichtung (41) für eine Aufladezu-
lässigkeitsgröße CG der Sekundärbatterie (21),
eine Recheneinrichtung (42) für elektrische Über-
schussenergie zur Berechnung einer Überschussgröße
der elektrischen Energie, die von einem Überschuss-
brennstoffgas erzeugt werden kann, das in dem Brenn-
stoffzellensystem (100) erzeugt wird, wenn der Betrieb
der Brennstoffzelle (31) angehalten wird, und
eine Steuerungsvorrichtung zur Steuerung der Auflade-
zulässigkeitsgröße CG in der Sekundärbatterie (21),
die durch die Berechnungseinrichtung (41) für die Auf-
ladezulässigkeitsgröße CG derart bestimmt wird, dass
sie gleich der oder größer als die Überschussgröße der
elektrischen Energie ist, die durch die Berechnungsein-
richtung (42) für die elektrische Überschussenergie be-
stimmt wird.
2. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, dass die Steuerungsvorrichtung die
Sekundärbatterie (21) und/oder die Brennstoffzelle
(31) steuert.
3. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungsvorrich-
tung eine elektrische Stromsteuerungsvorrichtung (32)
umfasst, damit die Überschussmenge an elektrischer
Energie in der zweiten Batterie (21) gespeichert wird.
4. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 3, dadurch
gekennzeichnet, dass die elektrische Stromsteuerungs-
vorrichtung (32) eine Antriebsquelle für die Außenlast
zwischen der Sekundärbatterie (21) und der Brenn-
stoffzelle (31) umschaltet.
5. Brennstoffzellensystem nach einem der Ansprüche
1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungs-
vorrichtung die Erzeugung von Brennstoff, der der
Brennstoffzelle (21) zugeführt werden soll, beschränkt,
wenn die Zunahmerate der Ausgabelast des Brenn-
stoffzellensystems (110) in Bezug auf die Außenlast
(11) größer als Null ist und wenn die Aufladezulässig-
keitsgröße CG der Sekundärbatterie (21) kleiner als die
Überschussgröße der elektrischen Energie ist.
6. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 5, dadurch
gekennzeichnet, dass die Steuerungsvorrichtung eine
elektrische Stromsteuerungsvorrichtung (32) umfasst,
die die Zufuhr an elektrischem Strom von der Sekun-
därbatterie (21) vorzugsweise zu der Außenlast (11)
steuert.
7. Brennstoffzellensystem nach einem der vorherge-
henden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein
Brenner (332) vorgesehen ist und dass der in der
Brennstoffzelle (31) verwendete Brennstoff Wasser-
stoff umfasst und die Überschussmenge an elektrischer
Energie F (kJ) durch die folgende Gleichung berechnet
wird:

$$F = (Q - q) \cdot E \cdot \beta / \gamma$$

worin F den elektrischen Überschussenergiewert (kJ) dar-
stellt, Q eine Wasserstoffmenge darstellt, die in dem
Brennstoffzellensystem (mol) erzeugt werden kann, q
eine Wasserstoffmenge (mol) darstellt, die in dem

Brenner verarbeitet werden kann, E einen unteren
Heizwert von Wasserstoff (kJ/mol) darstellt, β den Sta-
pelwirkungsgrad der Brennstoffzelle darstellt und γ ein
Wasserstoffüberschussverhältnis ($\geq 1,0$) in der Brenn-
stoffzelle darstellt.

8. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 7, dadurch
gekennzeichnet, dass die Steuerungsvorrichtung die
Überschussmenge an elektrischer Energie in der Se-
kundärbatterie (21) speichert, wenn $(Q - q)$ gleich oder
größer als Null ist, während die Steuerungsvorrichtung
die Überschussmenge an elektrischer Energie nicht in
der Sekundärbatterie speichert, aber das Überschuss-
brennstoffgas in den Brenner (332) einführt, wenn $(Q - q)$
kleiner als Null ist.

9. Brennstoffzellensystem nach einem der vorherge-
henden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein
Reformer (333) vorgesehen ist, der den in der Brenn-
stoffzelle (31) zu verwendenden Brennstoff reformiert,
und die Steuerungsvorrichtung eine Reformersteue-
rungsvorrichtung (34) zur Steuerung des Reformers
(333) umfasst.

10. Brennstoffzellensystem, das eine Sekundärbatterie
(21), die elektrischen Strom einer Außenlast (11) zu-
führt, und eine Brennstoffzelle (31) umfasst, die elek-
trischen Strom zumindest der Sekundärbatterie (21) zu-
führt, gekennzeichnet durch

eine Einrichtung (41) zur Berechnung einer Aufladezu-
lässigkeitsgröße CG der Sekundärbatterie (21),
eine Einrichtung (42) zur Berechnung einer Über-
schussgröße an elektrischer Energie, die von einem
Überschussbrennstoffgas erzeugt werden kann, das in
dem Brennstoffzellensystem (100) erzeugt wird, wenn
der Betrieb der Brennstoffzelle (31) angehalten wird, und

eine Einrichtung zur Steuerung der Aufladezulässig-
keitsgröße CG in der Sekundärbatterie (21), damit sie
gleich der oder größer als die Überschussgröße an elek-
trischer Energie ist.

11. Verfahren zur Steuerung eines Brennstoffzellensys-
tems, wobei das Brennstoffzellensystem eine Sekun-
därbatterie (21), die elektrischen Strom einer Außen-
last (11) zuführt, und eine Brennstoffzelle (31) umfasst,
die elektrischen Strom zumindest der Sekundärbatterie
(21) zuführt, wobei das Verfahren gekennzeichnet ist durch

Berechnen einer Aufladezulässigkeitsgröße CG der Se-
kundärbatterie,

Berechnen einer Überschussgröße an elektrischer
Energie, die von einem Überschussbrennstoffgas er-
zeugt werden kann, das in dem Brennstoffzellensystem
erzeugt wird, wenn der Betrieb der Brennstoffzelle an-
gehalten wird, und

Steuern der Aufladezulässigkeitsgröße CG in der Se-
kundärbatterie, damit sie gleich der oder größer als die
Überschussgröße an elektrischer Energie ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

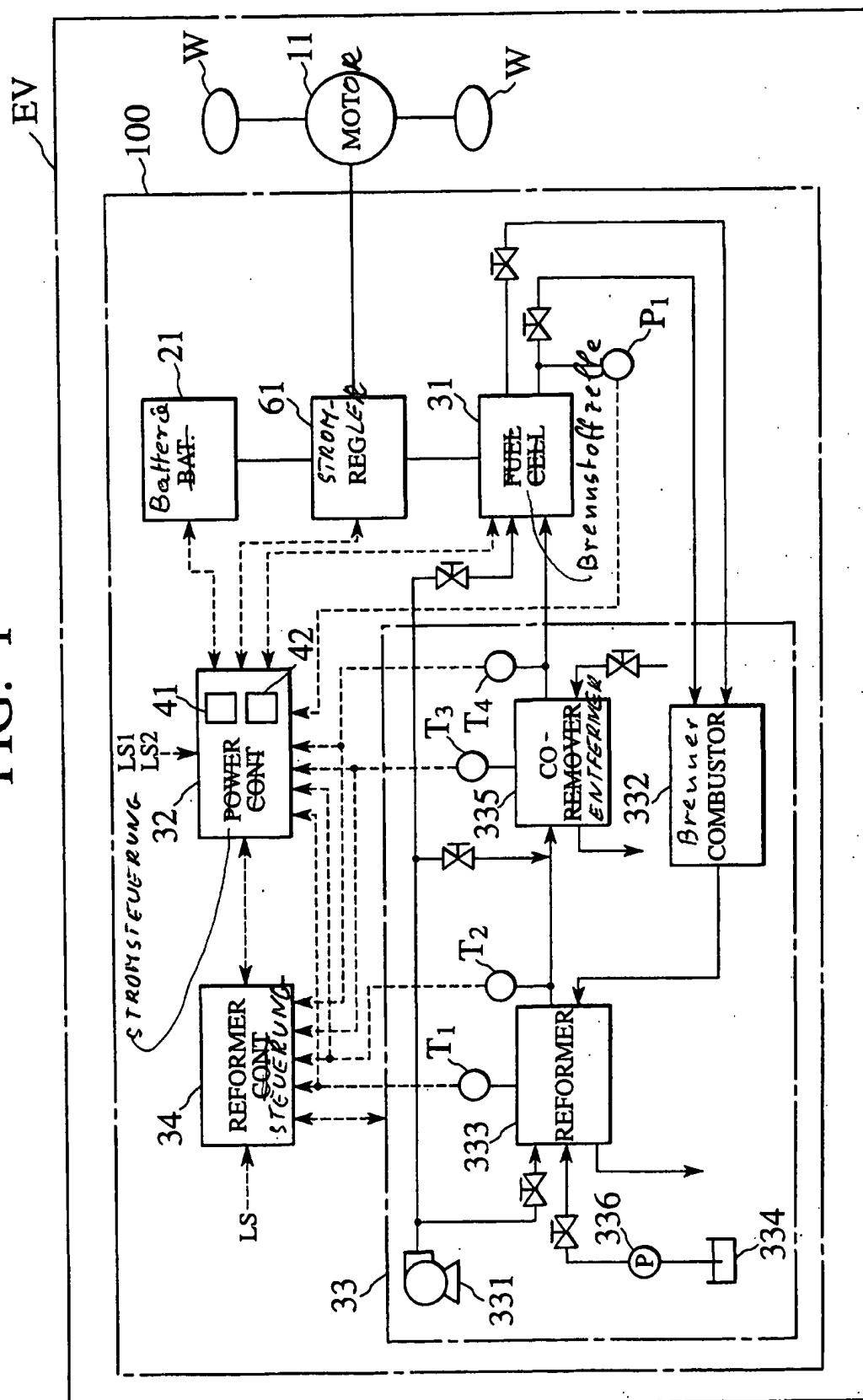


FIG. 2

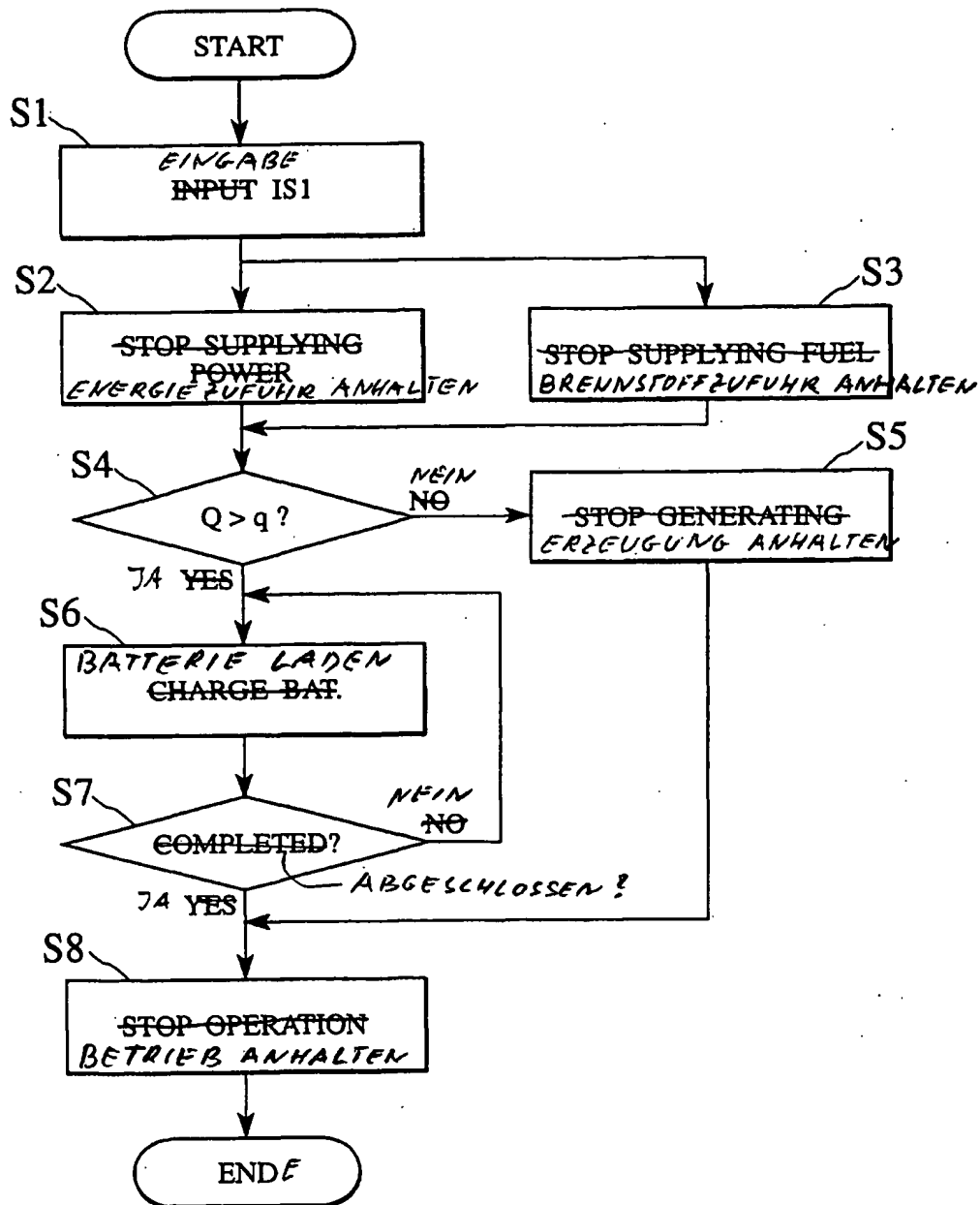
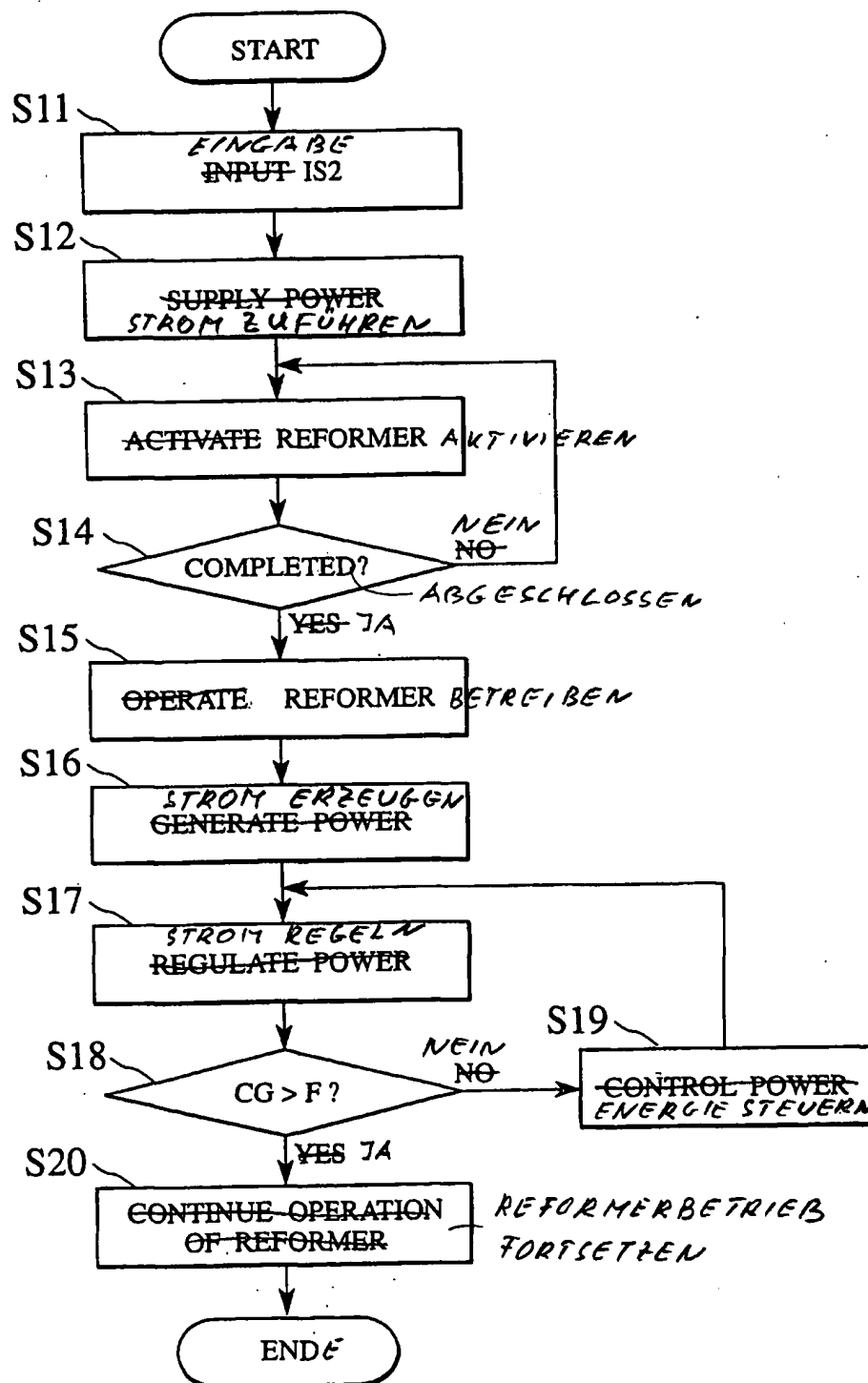


FIG. 3



Fuel cell system and method

Patent number: DE10109872
Publication date: 2001-09-13
Inventor: KOBAYASHI KATSUYA (JP)
Applicant: NISSAN MOTOR (JP)
Classification:
- international: H01M8/04
- european:
Application number: DE20011009872 20010301
Priority number(s): JP20000055482 20000301

Also published as:

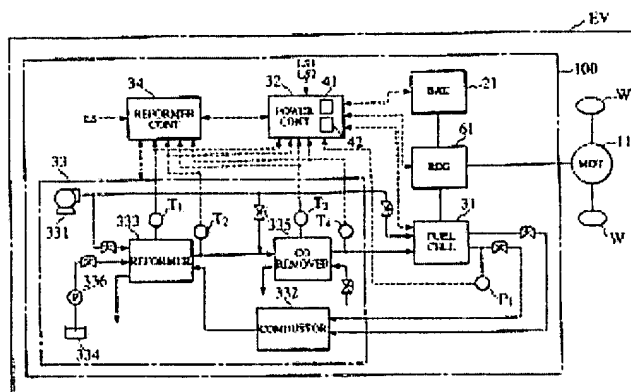
US6635373 (B2)
US2001008718 (A1)
JP2001243961 (A)

Report a data error here

Abstract not available for DE10109872

Abstract of corresponding document: **US2001008718**

A fuel cell system provided with a secondary battery supplying electric power to an outer load and a fuel cell supplying power at least to the secondary battery is controlled such that, by calculating charge allowance amount level in the secondary battery and calculating an excess amount of electric power that can be generated by an excess amount of fuel gas produced in the fuel cell system when operation of the fuel cell is stopped, the charge allowance amount level in the secondary battery is equal to or higher than the excess amount of electric power.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox